

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/001092

International filing date: 03 February 2005 (03.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 006 271.4

Filing date: 09 February 2004 (09.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 27 April 2005 (27.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 006 271.4

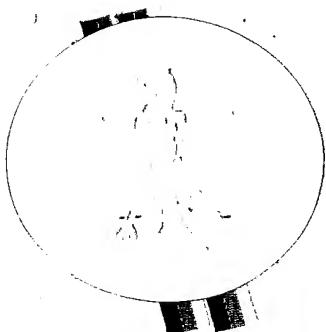
**Anmeldetag:** 09. Februar 2004

**Anmelder/Inhaber:** Linde Kältetechnik GmbH & Co KG, 50999 Köln/DE

**Bezeichnung:** Kälteanlage und Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage

**IPC:** A 25 B 41/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**



München, den 8. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to be "Mink", is written over the typed name "Der Präsident".



Beschreibung

Kälteanlage und Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage

Die Erfindung betrifft eine Kälteanlage mit wenigstens einem, wenigstens einen Verdampfer aufweisenden Kälteverbraucher, wenigstens einer Zuführ- und wenigstens einer Abführleitung, über die das Kältemittel oder Kältemittelgemisch dem oder den Kälteverbrauchern zugeführt bzw. von dem oder den Kälteverbrauchern abgeführt wird, wobei dem oder den Verdampfern Expansionsorgane zugeordnet sind.

Ferner betrifft die Erfindung gemäß einer ersten Alternative ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, wobei dem oder den Kälteverbrauchern modifizierte Expansionsventile und modifizierte Linearverdichter zugeordnet sind.

Gemäß einer zweiten Alternative betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage, wobei dem oder den herkömmlichen Expansionsventilen und dem oder den herkömmlichen Verdichtern des oder der Kälteverbraucher By-pass-Leitungen zugeordnet sind.

Unter dem Begriff "modifizierte Expansionsventile" seien nachfolgend alle Expansionsventile zu verstehen, die zusätzlich zu der Primärfunktion "Expansion einer Flüssigkeit" die Sekundärfunktion "Realisierung einer Fluidverbindung" aufweisen. Der Begriff "modifizierte Verdichter" umfasse nachfolgend alle Verdichter, die neben der Primärfunktion "Verdichtung eines Gases" die Sekundärfunktion "Realisierung einer Fluidverbindung" ermöglichen.

Unter den Begriffen "herkömmliche Expansionsventile" und "herkömmliche Verdichter" seien nachfolgend alle bekannten Konstruktionen von Expansionsventilen und Verdichtern zu verstehen, die die vorgenannte Sekundärfunktion nicht aufweisen.

Gattungsgemäße Kälteanlagen werden beispielsweise in Super- bzw. Großmärkten betrieben. Sie versorgen dort im allgemeinen eine Vielzahl von Kälteverbrauchern, wie Kühlräume, Kühl- und/oder Tiefkühlmöbel. Zu diesem Zweck zirkuliert in ihnen ein ein- oder mehrkomponentiges Kältemittel bzw. Kältemittelgemisch. Eine derartige Kälteanlage – wie sie aus der DE-PS 39 28 430 bekannt ist – weist einen Verflüssiger

auf, in dem das unter Druck stehende Kältemittel(gemisch) durch indirekten Wärmetausch, vorzugsweise gegen Außenluft, kondensiert wird.

Das flüssige Kältemittel(gemisch) aus dem Verflüssiger wird einem optional

5 vorzusehenden Sammelbehälter zugeführt. Innerhalb einer Kälteanlage muss immer soviel Kältemittel vorhanden sein, dass auch bei maximalem Kältebedarf die Verdampfer aller Kälteverbraucher gefüllt werden können. Da jedoch bei niedrigerem Kältebedarf einzelne Verdampfer nur teilweise gefüllt oder sogar vollständig leer sind, muss das überschüssige Kältemittel(gemisch) während dieser Zeiten in dem dafür 10 vorgesehenen Sammelbehälter aufgefangen werden.

Aus dem Sammelbehälter wird das Kältemittel(gemisch) über wenigstens eine Flüssigkeitsleitung den Kälteverbrauchern zugeführt. Jedem Kälteverbraucher ist eine Expansionseinrichtung, vorzugsweise ein Expansionsventil vorgeschaltet, in welchem 15 das in den Kälteverbraucher bzw. den oder die Verdampfer des Kälteverbrauchers strömende Kältemittel(gemisch) entspannt wird. Das so entspannte Kältemittel(gemisch) wird in den Verdampfern der Kältemittelverbraucher verdampft und kühlt so die entsprechenden Kühlmöbel bzw. -räume.

20 Das verdampfte Kältemittel(gemisch) wird anschließend über eine Saugleitung einer Verdichtereinheit zugeführt. Diese Verdichtereinheiten können ein- oder mehrstufig ausgebildet sein. Die einzelnen Verdichterstufen weisen im Regelfall mehrere parallel geschaltete Verdichter auf. Diese komprimieren das Kältemittel(gemisch) und fördern es über eine Steigleitung wiederum zu dem bereits erwähnten Verflüssiger. Während 25 die Verdichtereinheit im Normalfall beispielsweise in einem, im Kellergeschoß eines Supermarktes angeordneten Maschinenraum steht, befindet sich der Verflüssiger auf dem Dach des Supermarktes.

30 Als Verdichter kommen im Regelfall rotativ angetriebene, ölgeschmierte Hubkolbenverdichter zur Anwendung. Hierbei ist von Nachteil, dass entsprechende Maßnahmen vorgesehen werden müssen, die ein Abtrennen des von den Hubkolbenverdichters abgegebenen Öles aus dem Kältemittel(gemisch) ermöglichen. Darüber hinaus muss im Regelfall sichergestellt werden, dass das abgetrennte Öl wiederum dem bzw. den Hubkolbenverdichtern zugeführt wird. Damit eine 35 Abscheidung des Öles erfolgen kann, muss das Gemisch aus Kältemittel und Öl

zunächst zu bestimmten Stellen innerhalb des Kreislaufes geführt werden, weshalb in steigenden Saug- und Druckleitungen Mindestgeschwindigkeiten erreicht werden müssen, da das Öl ansonsten nicht mitgeführt würde. Diese Mindestgeschwindigkeiten lassen die Rohrdurchmesser kleiner werden, woraus zusätzliche, unerwünschte

5 Druckverluste und damit Energieverluste resultieren. Um diese Druck- und Energieverluste in Steigleitungen vermeiden zu können, müssen Leitungssplittungen vorgenommen werden, woraus jedoch wiederum ein erhöhter installationstechnischer Aufwand resultiert. Somit sind verfahrenstechnische Gesichtspunkte unerwünscht eng an wirtschaftliche Gesichtspunkte geknüpft.

10

Alternativ zu der vorbeschriebenen Verfahrensweise, dem System einer Kaltdampfkompressions-Kälteanlage, bei welcher zwischen unterkritischem (mit Rückverflüssigung) und überkritischem (mit Gasrückkühlung) Betrieb unterschieden wird, so dass an die Stelle des Bauteiles "Verflüssiger" ein "Gaskühler" tritt, kann in 15 einer Kälteanlage auch ein gasförmiges Kältemittel(gemisch) zirkulieren, das unter den gegebenen Randbedingungen (Druck, Temperatur, etc.) zu keinem Zeitpunkt in flüssiger Form vorliegt. Man spricht dann von einer so genannten Kaltgas-Kälteanlage, die als "Joule-, Stirling- oder "Gifford McMahon-Anlage" bekannt ist.

20

Nachfolgend wird nur mehr der Begriff "Verflüssiger" verwendet. Handelt es sich um einen Kaltdampf-Kompressionsprozess im Zweiphasengebiet, so kommt tatsächlich ein Verflüssiger zur Anwendung. Im Falle einer überkritischen Fahrweise oder bei Gasprozessen wiederum steht der Begriff "Verflüssiger" für einen Gaskühler. Wesentlich ist, dass Wärme aus dem Kreisprozess abgeführt wird. Die Verflüssigung 25 kann in einem luftgekühlten Apparat, in einem Mitteldruckabscheider oder auch durch einen weiteren Satz in einer Kaskadenschaltung erfolgen. Eine Kaskadenschaltung liegt immer dann vor, wenn es eine weitere Kältemaschine gibt, die auf einem höheren Temperaturniveau betrieben wird und die allein die Verflüssigungswärme an die Umgebung abgibt. Der Kältesatz ist in diesem Falle von dieser Kältemaschine 30 abhängig und übergibt ihr wiederum seine Verflüssigungswärme. So kann beispielsweise ein Normalkühlsatz einem Tiefkühlsatz vorgeschaltet werden, wobei beide Kühlsätze unterschiedliche Kältemittel(gemische) aufweisen können.

Sind innerhalb eines Groß- bzw. Supermarktes so genannte Normal- und so genannte

35 Tiefkühlstellen vorhanden, werden diese meistens mittels separater

Kältemittelkreisläufe versorgt; dies bedeutet also, dass eine wie in der DE-PS 39 28 430 beschriebene Kälteanlage wenigstens zweimal vorhanden ist.

Die Kälteanlage bzw. die in den Kälteverbrauchern angeordneten Verdampfer müssen

5 in regelmäßigen Abständen abgetaut werden, da Bereifungen bzw. Vereisungen der Verdampfer zu einer Verringerung des Wirkungsgrades der Verdampfer führen. Eine Möglichkeit der Abtauung ist die Elektroabtauung. Bei dieser werden die Verdampfer mittels an und/oder in ihnen angeordneten elektrischen Heizungen abgetaut. Diese Verfahrensweise führt jedoch zu einem unerwünschten Mehrverbrauch an elektrischer

10 Energie.

Als Alternative zu der vorbeschriebenen Elektroabtauung bietet sich die so genannte Druckgas-Abtauung an. Bei dieser werden zwischen dem Gasraum des dem Verflüssiger nachgeschalteten Sammelbehälters und jedem Verdampfer bzw. jeder

15 Verdampfergruppe Druckgasleitungen verlegt und über diese gasförmiges Kältemittel, das vorzugsweise eine Temperatur zwischen 35 und 45 °C aufweist, aus dem Sammelbehälter den Verdampfern bzw. Verdampfergruppen zugeführt. Der

Installationsaufwand für diese Druckgas-Abtauung ist jedoch vergleichsweise hoch, da entweder für jeden Verdampfer bzw. jede Verdampfergruppe eine separate

20 Druckgasleitung vorgesehen werden muss oder, wie bei dem Zweileiter-System üblich, Umschaltventile und ein zweiter Satz mit demselben Kältemittel(gemisch) erforderlich sind. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit der Abtauung mittels Umluft bei Temperaturen oberhalb von ca. 2 °C.

25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kälteanlage der gattungsgemäßen Art anzugeben, die im Hinblick auf ihre Investitions- und Betriebskosten sowie Zuverlässigkeit Vorteile gegenüber den zum Stand der Technik zählenden Kälteanlagen aufweist.

30 Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Kälteanlage vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnet, dass

- die Expansionsorgane als modifizierte Expansionsventile und/oder als modifizierte lineare Expansionsmaschinen ausgebildet oder ihnen Bypass-Leitungen zugeordnet sind, und

- jedem Kälteverbraucher ein modifizierter Linearverdichter oder ein herkömmlicher Verdichter, der eine By-pass-Leitung aufweist, zugeordnet ist,
- wobei das oder die modifizierten Expansionsventile und/oder die modifizierten lineare(n) Expansionsmaschine(n) und/oder der oder die modifizierten Linearverdichter eine Arbeitsstellung aufweisen, die ein Durchströmen ohne nennenswerten Druckabfall ermöglichen.

Die meisten Linearverdichter arbeiten als ölfreie Kryo-Stirlingkühler bei tiefsten Temperaturen und kleinsten Leistungen, also in der Kaltdampfkompression.

Linearverdichter werden in der Kaltdampfkompression erst seit einigen Jahren realisiert und bisher nur in geringem Umfange eingesetzt. Der Anmelderin ist im Kühlbereich lediglich eine Anwendung bekannt, nämlich die Verwendung eines Linearverdichters in einem Haushaltskühlschrank. Von Nachteil bei Linearverdichtern ist, dass ihre Herstellkosten bisher noch deutlich über denjenigen von rotativ angetriebenen

Hubkolbenverdichtern liegen, jedoch in ähnlicher Größenordnung wie Inverterverdichter. Erstmals gab es in den sechziger Jahren Bestrebungen, die Vorteile von Linearverdichtern zu nutzen. Bereits aus dieser Zeit stammt das Prinzip, den Kolben reibungsfrei zu lagern. Erst in den neunziger Jahren wurden jedoch Verbesserungen bezüglich der Betriebssicherheit dank zuverlässiger, elektronischer

Hubsteuerungen erzielt. Hierbei war bzw. ist insbesondere darauf zu achten, dass beispielsweise wechselnde Drücke weder zum Anschlagen des Kolbens am Zylinderkopf noch zu einem vorzeitigen Beenden des Hubvorganges am oberen Totpunkt, verbunden mit zuviel Schadraumvolumen und volumetrischen bzw. energetischen Nachteilen einer Rückexpansion, führen dürfen.

Linearverdichter haben den Vorteil, dass sie eine stufenlose Leistungsregelung erlauben, was durch eine Hubregelung realisiert wird. Des Weiteren können sie ölfrei betrieben werden. Darüber hinaus führt das im Abtaubetrieb zwangsläufig anfallende Kondensat bei ihnen zu keinen Schäden. Rotativ angetriebenen, ölgeschmierten Hubkolbenverdichtern sind sie ferner energetisch überlegen.

Obwohl sie ölfrei betrieben werden, sind die ölgeschmierten, rotativ angetriebenen Verdichtern energetisch überlegen. Dies resultiert einerseits aus dem effizienten Linearmotor, andererseits aus dem Wegfall der mechanischen Verluste, die zu etwa 80 % am Triebwert und zu etwa 20 % am Kolben entstehen. Der Kolben eines

Linearverdichters ist berührungs frei gelagert und kann durch so genannte "Flexible Bearings" geführt werden – also flexible Lager –, die axiale Beweglichkeit, kombiniert mit radialer Steifigkeit ermöglichen. Letztendlich handelt es sich um eine Federkombination von ab- und aufwickelnder Feder, die den Kolben, zusätzlich zu 5 seiner periodischen translatorischen Bewegung, in eine Drehbewegung um seine Längsachse versetzt.

Linearverdichter können, da sie keine Gleitlager besitzen, ölfrei betrieben werden. Aus dieser Ölfreiheit resultieren eine Vielzahl von Vorteilen. Im Falle einer 10 Druckgasabtauung mit Kondensation können die bisher vergleichsweise anfälligen Lager nicht mehr durch flüssiges Kältemittel(gemisch) beschädigt werden. Die bei den Schmierölen bekannte Säurebildung, welche bei Einbaumotoren zum sogenannten Burn-Out der Wicklung führen kann, wird bisher mehr oder weniger wirksam durch den Einsatz von Kältemitteltrocknern vermieden. Diese Molsiebtrockner können nunmehr 15 entfallen, es sei denn, der Wassergehalt ist so hoch, dass bei der Expansion Eis ausfall zu befürchten ist. Unabhängig davon empfiehlt es sich, Schmutzfilter unmittelbar vor den Expansionsventilen bzw. -maschinen vorzusehen.

Auch weisen Linearverdichter den Vorteil auf, dass sie auch durch das Pumpen von 20 Flüssigkeit – im Gegensatz zu anderen Verdichterkonstruktionen – nicht beschädigt werden. Das Pumpen von Flüssigkeit ist insbesondere nach der Beendigung eines Abtauprozesses ein Thema, da zu diesem Zeitpunkt u. U. noch Kondensat in den abgetauten Verdampfern verblieben ist, das bei der Wiederinbetriebnahme des Verdichters von diesem angesaugt wird. Zweckmäßigerweise ist jedoch darauf zu 25 achten, dass das Pumpen von Flüssigkeit vorsichtig erfolgt. Dies bedeutet, dass zunächst mit kleinen Hüben begonnen wird, um die Maximalleistung des Verdichters während der Flüssigkeitsförderung zu begrenzen und die Arbeitsventile sowie Hubfänger zu schonen. Auch wurde bereits eine konstruktive Lösung vorgeschlagen, bei der ein Diskusventil als Druckventil den Zylinderkopf ersetzt; dies führt zu einer 30 sehr hohen Betriebssicherheit.

Im Gegensatz zu den bekannten, zum Stand der Technik zählenden Kälteanlagen sind nunmehr Schaltungen möglich, bei denen die dem bzw. den Kälteverbrauchern zugeordneten Zuführ- und Abführleitungen die einzuspritzende Flüssigkeit sowie das 35 Druckgas des bzw. der Verdichter enthalten. Damit entfällt zum einen eine zentrale

Saugleitung und zum anderen sind die Verdichter nicht mehr räumlich von dem bzw. den Verbrauchern getrennt, sondern befinden sich in unmittelbarer Nähe des bzw. der Kälteverbraucher.

5 Die bisher in Kälteanlagen vorzusehenden Verdichtersätze können nunmehr entfallen, da jedem Verbraucher wenigstens ein eigener Verdichter zugeordnet ist. Somit kann jeder Verbraucher individuell und zudem stetig über seinen eigenen Verdichter geregelt werden. Im Gegensatz zu den bekannten Verfahrensweisen bzw. Kälteanlagen kann diese individuelle Regelung nunmehr unabhängig von dem Temperaturniveau in der 10 Rückführleitung erfolgen, da die Rück- bzw. Abführleitung nun nicht mehr die Saugleitung darstellt, deren Druck von der Verdampfungstemperatur, welche die Temperatur der Kälteverbraucher vorbestimmt, abhängig ist, sondern die Druckleitung.

15 Sofern es aufgrund sonstiger Randbedingungen nicht unmöglich sein sollte, können beispielsweise Tiefkühlmöbel zeitweise als Normalkühlmöbel und/oder Regale für Frischfleisch zeitweise für Molkereiprodukte genutzt und betrieben werden. Im einfachsten Fall erfolgt diese Umstellung durch ein Verstellen eines Temperaturwahlknopfes an dem jeweiligen Kühlmöbel. Des Weiteren weist eine 20 Druckleitung – im Vergleich mit der entsprechenden Saugleitung – einen kleineren Durchmesser auf und benötigt darüber hinaus keine Isolation.

Wie eingangs bereits erwähnt, betrifft die Erfindung ferner zwei zueinander alternative Verfahren zum Betreiben einer gattungsgemäßen Kälteanlage um ein Druckgasabtauverfahren zu realisieren.

25 Hierbei zeichnet sich die erste Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer Kälteanlage dadurch aus, dass während der Abtauphase des oder zumindest eines der Kälteverbraucher das bzw. die modifizierten Expansionsventile und der bzw. die modifizierten Linearverdichter des bzw. der abzutauenden 30 Kälteverbraucher in die Arbeitsstellung verfahren werden, in der ein Durchströmen ohne nennenswerten Druckabfall möglich ist.

Die zweite Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben einer Kälteanlage ist dadurch gekennzeichnet, dass während der Abtauphase des oder zumindest eines der Kälteverbraucher die zugehörigen By-pass-Leitungen geöffnet 35

und das bzw. die zugehörigen herkömmlichen Expansionsventile und der bzw. die zugehörigen herkömmlichen Verdichter außer Betrieb genommen werden.

Die erfindungsgemäße Kälteanlage, die erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage sowie weitere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Kälteanlage sowie der erfindungsgemäßen Verfahren seien anhand der in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Die **Figur 1** zeigt eine erfindungsgemäße Kälteanlage, mittels derer drei Kälteverbraucher  $V'$ ,  $V''$  und  $V'''$  versorgt werden. Selbstverständlich kann die Zahl der Kälteverbraucher beliebig groß sein. Den vorgenannten Kälteverbrauchern wird über eine (zentrale) Zuführleitung 1 und von dieser abzweigenden Leitungen  $1'$ ,  $1''$  sowie  $1'''$  das Kältemittel oder Kältemittelgemisch – nachfolgend als "Kältemittel" bezeichnet – zugeführt.

Dem Verdampfer eines jeden Kälteverbrauchers  $V'$ ,  $V''$  und  $V'''$  ist nunmehr erfindungsgemäß entweder ein modifiziertes Expansionsventil a, b bzw. c vorgeschaltet oder – wie in der Figur 2 dargestellt – das vorgeschaltete herkömmliche Expansionsventil  $a'$  weist eine – gestrichelt gezeichnete – By-pass-Leitung 4 auf. Die

**Figur 2** zeigt anhand des Kälteverbrauchers  $V'$  beispielhaft eine zu der in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform alternative Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kälteanlage. Anstelle der in der Figur 1 dargestellten modifizierten Expansionsventil a, b bzw. c können auch modifizierte lineare Expansionsmaschinen zur Anwendung kommen.

Nach erfolgter Entspannung in den vorbeschriebenen Ventilen a, b und c bzw.  $a'$  wird das entspannte Kältemittel über die Leitungen  $2'$ ,  $2''$  bzw.  $2'''$  den Verdampfern der Kälteverbraucher  $V'$ ,  $V''$  bzw.  $V'''$  zugeführt und in diesen verdampft.

Mittels der modifizierten Linearverdichter x, y und z wird das verdampfte Kältemittel anschließend über die Rückführleitungen  $3'$ ,  $3''$  bzw.  $3'''$  wieder der (zentralen) Rückführleitung 3 zugeführt. Anstelle der in der Figur 1 dargestellten modifizierten Linearverdichter x, y und z kann auch ein herkömmlicher Verdichter  $x'$ , der eine – gestrichelt gezeichnete – By-pass-Leitung 5 aufweist, vorgesehen werden; diese

Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kälteanlage ist ebenfalls in der Figur 2 dargestellt.

Soll nun beispielsweise der Kälteverbraucher V' bzw. dessen Verdampfer abgetaut

5 werden, so werden der modifizierte Linearverdichter x sowie das modifizierte  
Expansionsventil a in diejenige Arbeitsstellung verfahren, in der ein Durchströmen  
ohne nennenswerten Druckverlust des Kältemittels durch den modifizierten  
Linearverdichter x und das modifizierte Expansionsventil a möglich ist.

Erfindungsgemäß gelangt das warme Kältemittel aus den Kälteverbrauchern V''

10 und/oder V''' nunmehr über die Leitung 3' durch den geöffneten modifizierten  
Linearverdichter x zu dem Verdampfer des Kälteverbrauchers V' und taut diesen ab.  
Über die Leitung 2', das geöffnete modifizierte Expansionsventil a und die Leitung 1'  
wird das durch den Abtauprozess abgekühlte und ggf. kondensierte Kältemittel wieder  
der (zentralen) Zuführleitung 1 zugeführt und gelangt anschließend über die Leitungen  
15 1" und 1''' wiederum zu den Kälteverbrauchern V'' und V'''.

Sind – wie in der Figur 2 dargestellt – By-pass-Leitungen 4 und 5 vorgesehen, so  
gehen das herkömmliche Expansionsventil a' sowie der herkömmliche Verdichter x'  
außer Betrieb und das für die Abtauung des Verdampfers des Kälteverbrauchers V'  
20 benötigte Kältemittel gelangt über die Leitungen 3' und 5 zu dem abzetauenden

Verdampfer des Kälteverbrauchers V'. Nach erfolgter Abtauung wird das Kältemittel  
anschließend über die Leitungen 2', 4 und 1' wieder der (zentralen) Zuführleitung 1  
zugeführt.

25 Entsprechend einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kälteanlage  
können die Kälteverbraucher V', V'' und/oder V''' – wie in der Figur 1 dargestellt –  
mittels Kupplungen, vorzugsweise mittels Schnellkupplungen K, insbesondere mittels  
genormten Schnellkupplungen, mit der Zuführ- 1 und der Abführleitung 3 verbunden  
werden.

30 Zusätzlich oder alternativ zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensweise, können  
die Kälteverbraucher V, V', V'',.... auch – wie in der Figur 2 dargestellt – segmentweise  
und direkt, die Hauptleitungen 1 und 3 eingeschlossen, miteinander verschaltet  
werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass unter Umständen Verbraucher oder  
35 Verflüssiger auf einem anderen Niveau – also beispielsweise Kühlräume, die in

anderen Etagen eines Großmarktes angeordnet sind – miteinander verbunden werden, wobei jedoch nicht in jedem Fall eine direkte Ankupplung bzw. Verbindung möglich ist.

Mittels dieser vorbeschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen

5 Kälteanlage kann die Flexibilität der erfindungsgemäßen Kälteanlage weiter erhöht werden.

Beide erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage ermöglichen es nunmehr, dass ein oder mehrere zeitgleich abzutauende Kälteverbraucher durch den

10 bzw. die anderen, in der Kühlphase befindlichen Kälteverbraucher abgetaut werden.

Dies gelingt, ohne dass es zusätzlicher Rohrleitungsnetze und/oder zusätzlicher Energiequellen – wie sie bisher bei der Druckgasabtauung erforderlich waren – bedarf.

Die erfindungsgemäße Kälteanlage weiterbildend wird vorgeschlagen, dass

15 - der oder zumindest einer der Kälteverbraucher einen eigenen geschlossenen Kältemittel(gemisch)kreislauf aufweist,  
- der oder die Kältemittel(gemisch)kreisläufe über wenigstens einen Verflüssiger mit der Zuführ- und der Abführleitung in Wirkverbindung stehen und  
- der oder die Kältemittel(gemisch)kreisläufe jeweils modifizierte

20 Expansionsventile und/oder modifizierte lineare Expansionsmaschinen oder herkömmliche Ventile mit zugeordneten By-pass-Leitungen und modifizierte Linearverdichter oder herkömmliche Verdichter mit zugeordneten By-pass-Leitungen aufweisen,

25 - wobei der Verdampfer eines Kälteverbrauchers jeweils höher als der Verflüssiger des Kälteverbrauchers angeordnet ist.

Die **Figur 3** zeigt anhand des Kälteverbrauchers V' beispielhaft die vorgenannte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kälteanlage.

30 Hierbei weist der Kälteverbraucher V', V" bzw. V''' einen eigenen Kältemittel(gemisch)kreislauf 6, 7, 8 und 9 auf. Dieser steht über den Verflüssiger E mit der Zuführ- 1 und der Abführleitung 3 in Wirkverbindung. Der Kältemittel(gemisch)kreislauf 6, 7, 8 und 9 weist entweder ein modifiziertes Expansionsventil a sowie einen modifizierten Linearverdichter x oder eine modifizierte lineare Expansionsmaschine auf oder dem herkömmlichen Ventil bzw. der

herkömmlichen Expansionsmaschine sowie dem herkömmlichen Verdichter sind By-pass-Leitungen, die in der Figur 3 gestrichelt gezeichnet sind, zugeordnet.

Diejenigen Leitungsabschnitte sowie Komponenten, die Bestandteile des

5 Kälteverbrauchers selbst sind, sind in der Figur 3 von der strichpunktiert gezeichneten Linie umgeben. Hierbei können die Zuführ- 1 und Abführleitung 3 wahlweise miteingeschlossen sein.

Um nun im Abtaubetrieb einen selbsttätigen Kältemittel(gemisch)umlauf realisieren zu  
10 können, ist es erforderlich, dass der Verdampfer des Kälteverbrauchers V' höher als der Wärmetauscher E angeordnet ist.

Mit dieser Ausgestaltung kann die Flexibilität der erfindungsgemäßen Kälteanlage gegenüber gattungsgemäßen Kälteanlagen wesentlich erhöht werden, da diese

15 Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Kälteanlage die (nachträgliche) Einbindung von weiteren Kälteverbrauchern in den Kälteanlagenverbund ermöglicht.

Wie bereits erwähnt, sind bei den zum Stand der Technik zählenden Kälteanlagen immer dann wenigstens zwei separate Kältemittel(gemisch)kreisläufe vorzusehen,

20 wenn sowohl Normal- als auch Tiefkühlstellen bzw. -verbraucher mit Kälte zu versorgen sind. Auch dieses Problem wird mit der erfindungsgemäßen Kälteanlage beseitigt, da nunmehr lediglich ein Kältemittel(gemisch)kreislauf vorgesehen werden muss.

25 Die vorzusehenden Linearverdichter werden ölfrei betrieben. Damit entfallen bei der erfindungsgemäßen Kälteanlage alle bisher erforderlichen Maßnahmen, die für die Abscheidung, Rückführung, Verteilung sowie Bevorratung des Öles erforderlich wären. Nachdem der Transport bzw. die Verteilung des Öles innerhalb des Leitungsnetzes kein Thema mehr darstellt, kann die Dimensionierung der einzelnen Leitungen bzw.  
30 Leitungsabschnitte nunmehr ausschließlich nach wirtschaftlichen Kriterien erfolgen.

Es ist aufgrund der Erfindung nunmehr nicht mehr erforderlich, so genannte Kälteverbundssätze zu installieren. Vielmehr kann – zumindest in einem vergleichsweise großen Bereich – eine Vielzahl von einzelnen und ggf.  
35 unterschiedlichen Kälteverbrauchern in ein bestehendes System aus

Flüssigkeitsleitung, Gas- bzw. Druckleitung und Verflüssiger (nachträglich) eingebunden oder entfernt werden. Dies wird insbesondere dadurch möglich, dass auf die bisher erforderlichen, bereits beschriebenen Verdichtersätze der Verbundkälteanlagen verzichtet werden kann, da nunmehr jeder Kälteverbraucher 5 seinen eigenen, den jeweiligen Randbedingungen und Gegebenheiten des Kälteverbrauchers angepassten Verdichter aufweist.

Patentansprüche

1. Kälteanlage mit wenigstens einem, wenigstens einen Verdampfer aufweisenden Kälteverbraucher, wenigstens einer Zuführ- und wenigstens einer Abführleitung, über die das Kältemittel oder Kältemittelgemisch dem oder den Kälteverbrauchern zugeführt bzw. von dem oder den Kälteverbrauchern abgeführt wird, wobei dem oder den Verdampfern Expansionsorgane zugeordnet sind, **dadurch**

**gekennzeichnet**, dass

- die Expansionsorgane als modifizierte Expansionsventile (a, b, c) und/oder als modifizierte lineare Expansionsmaschinen ausgebildet oder ihnen Bypass-Leitungen (4) zugeordnet sind, und
- jedem Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) ein modifizierter Linearverdichter (x, y, z) oder ein herkömmlicher Verdichter (x'), der eine By-pass-Leitung (5) aufweist, zugeordnet ist,
- wobei das oder die modifizierten Expansionsventile (a, b, c) und/oder die modifizierten lineare(n) Expansionsmaschine(n) und/oder der oder die modifizierten Linearverdichter (x, y, z) eine Arbeitsstellung aufweisen, die ein Durchströmen ohne nennenswerten Druckabfall ermöglichen.

20 2. Kälteanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- der oder zumindest einer der Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) einen eigenen geschlossenen Kältemittel(gemisch)kreislauf (6, 7, 8, 9) aufweist,
- der oder die Kältemittel(gemisch)kreisläufe (6, 7, 8, 9) über wenigstens einen Verflüssiger (E) mit der Zuführ- (1) und der Abführleitung (3) in Wirkverbindung stehen und
- der oder die Kältemittel(gemisch)kreisläufe (6, 7, 8, 9) jeweils modifizierte Expansionsventile (a, b, c) und/oder modifizierte lineare Expansionsmaschinen oder herkömmliche Ventile (a') mit zugeordneten By-pass-Leitungen und modifizierte Linearverdichter (x, y, z) oder herkömmliche Verdichter mit zugeordneten By-pass-Leitungen aufweisen,
- wobei der Verdampfer eines Kälteverbrauchers ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) jeweils höher als der Verflüssiger (E) des Kälteverbrauchers ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) angeordnet ist.

3. Kälteanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) mittels Kupplungen, vorzugsweise mittels Schnellkupplungen (K), insbesondere mittels genormten Schnellkupplungen, mit der Zuführ- (1) und der Abführleitung (3) und/oder untereinander verbindbar sind.

5

4. Kälteanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass einem der oder den Kälteverbrauchern ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) Unterkühler als innere Wärmeübertrager zugeordnet sind.

10

5. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei dem oder den Kälteverbrauchern modifizierte Expansionsventile und modifizierte Linearverdichter zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass während der Abtauphase des oder zumindest eines der Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) das bzw. die modifizierten Expansionsventile (a, b, c) und der bzw. die modifizierten Linearverdichter (x, y, z) des bzw. der abzutauenden Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) in die Arbeitsstellung verfahren werden, in der ein Durchströmen ohne nennenswerten Druckabfall möglich ist.

15

20

6. Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, wobei dem oder den herkömmlichen Expansionsventilen und dem oder den herkömmlichen Verdichtern des oder der Kälteverbraucher By-pass-Leitungen zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass während der Abtauphase des oder zumindest eines der Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) die zugehörigen By-pass-Leitungen (4, 5) geöffnet und das bzw. die zugehörigen herkömmlichen Expansionsventile (a') und der bzw. die zugehörigen herkömmlichen Verdichter (x') außer Betrieb genommen werden.

25

## Zusammenfassung

### Kälteanlage und Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage

Es wird eine neuartige Kälteanlage mit wenigstens einem, wenigstens einen Verdampfer aufweisenden Kälteverbraucher, wenigstens einer Zuführ- und wenigstens einer Abführleitung, über die das Kältemittel oder Kältemittelgemisch dem oder den Kälteverbrauchern zugeführt bzw. von dem oder den Kälteverbrauchern abgeführt wird, wobei dem oder den Verdampfern Expansionsorgane zugeordnet sind, beschrieben.

#### 10 Erfnungsgemäß

- sind die Expansionsorgane als modifizierte Expansionsventile (a, b, c) und/oder als modifizierte lineare Expansionsmaschinen ausgebildet oder ihnen sind Bypass-Leitungen (4) zugeordnet, und
- jedem Kälteverbraucher ( $V'$ ,  $V''$ ,  $V'''$ ) ist ein modifizierter Linearverdichter (x, y, z) oder ein herkömmlicher Verdichter (x'), der eine By-pass-Leitung (5) aufweist, zugeordnet,
- wobei das oder die modifizierten Expansionsventile (a, b, c) und/oder die modifizierten lineare(n) Expansionsmaschine(n) und/oder der oder die modifizierten Linearverdichter (x, y, z) eine Arbeitsstellung aufweisen, die ein Durchströmen ohne nennenswerten Druckabfall ermöglichen.

15 20 Ferner werden zwei zueinander alternative Verfahren zum Betreiben einer Kälteanlage beschrieben.

25

30 (Hierzu gehört die Figur 1.)

Blatt 1/2

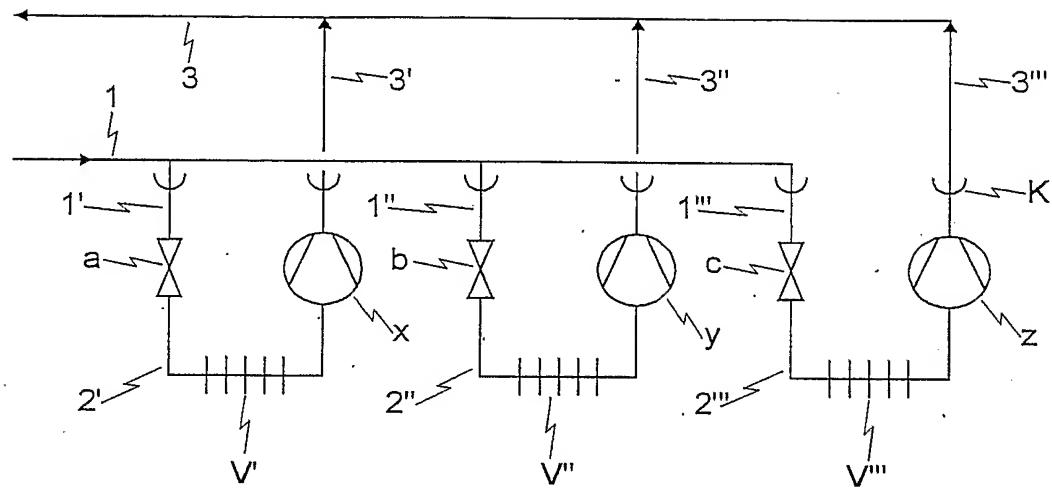


Fig. 1

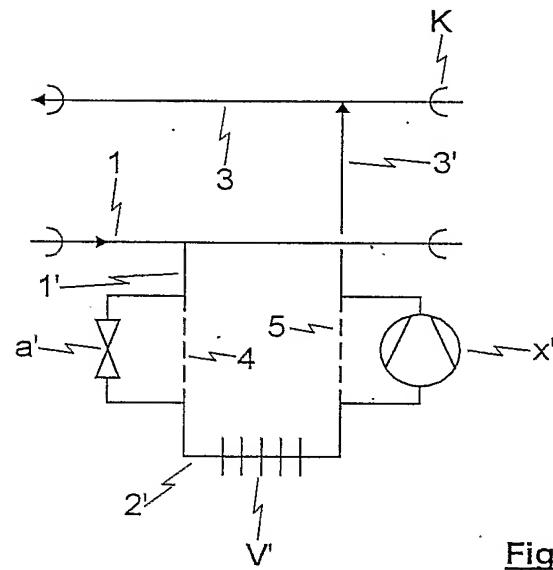


Fig. 2

Blatt 1/2

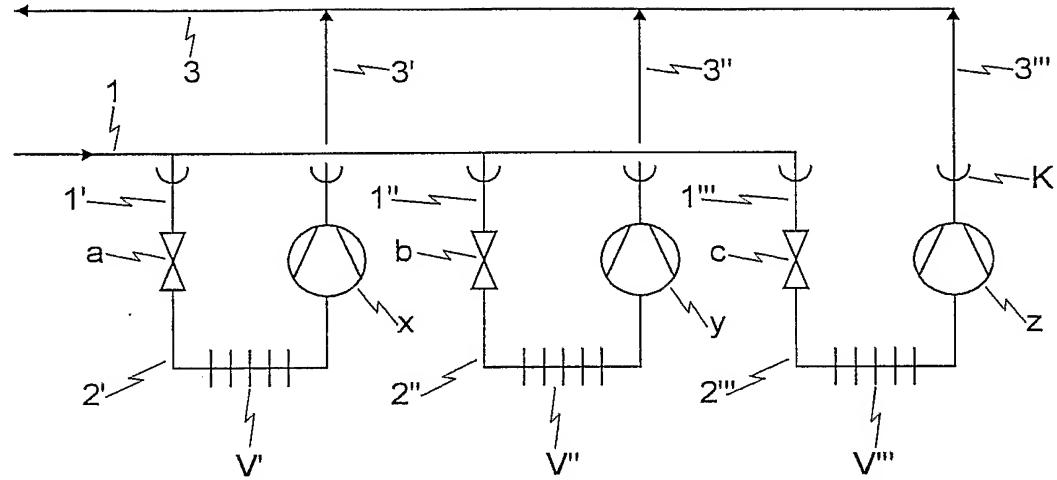


Fig. 1

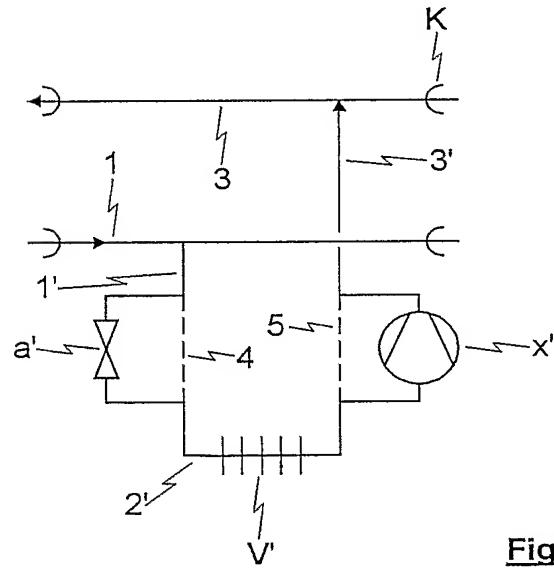


Fig. 2

Blatt 2/2

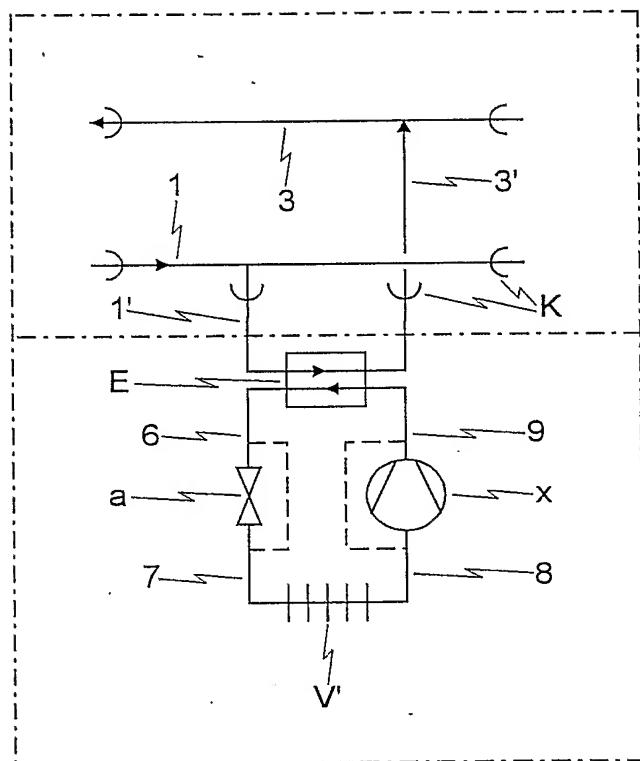


Fig. 3